

Título: Proteção do Solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças

Editores: Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Luís Nunes

Edição: Instituto Politécnico de Bragança · 2015

5300-253 Bragança · Portugal

Tel. (+351) 273 331 570 · (+351) 273 303 200 · Fax (+351) 273 325 405

<http://www.ipb.pt>

Execução gráfica: Serviços de Imagem do Instituto Politécnico de Bragança

Tiragem: 200

Depósito legal nº 398621/15

ISBN 978-972-745-193-7

E-ISBN 978-972-745-194-4

Foto de capa: Tomás Figueiredo (IPB)

A ortografia adotada em cada um dos textos em língua portuguesa é da responsabilidade dos autores respetivos.

Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Luís Nunes (Editores)

**Proteção do Solo e Combate à Desertificação:
oportunidade para as regiões transfronteiriças**

Instituto Politécnico de Bragança
Escola Superior Agrária
Bragança, Portugal
2015

Índice

Apresentação	v
Índice	vii
Lista de Autores	ix
Funções, usos e degradação do solo	1
Carlos Alexandre	
Efectos de los cambios de uso y manejo del suelo sobre la calidad y cantidad de la materia orgánica edáfica	15
Rafael Mulas, Francisco Lafuente, M ^a Belén Turrión, Olga López & César Ruipérez	
Manejo de residuos y sembradoras de siembra directa para la conservación de suelos	27
F. Javier López Díez	
Envolvimento dos agentes locais na identificação e na implementação de soluções para o combate à desertificação e degradação do solo	37
Celeste Coelho & Sandra Valente	
Prioridades de aplicação do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação com base nas condições do solo	47
Lúcio Pires do Rosário, Gabriel del Barrio, Maria E. Sanjuán, Alberto Ruiz, Jaime M. Valderrama & Juan Puigdefabregas	
O combate à desertificação e à seca no contexto das alterações climáticas. Casos	61
Eugénio Menezes de Sequeira	
Desarrollo y cooperación en la raya hispano-lusa: lecciones para una mejora de la gobernanza y cooperación transfronteriza	79
José Manuel del Barrio Aliste	
Os solos e a suscetibilidade à desertificação no NE de Portugal	87
Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca & Luís Nunes	

Funções, usos e degradação do solo

Carlos Alexandre

ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrâneas e Depto. Geociências, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal; Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS)

cal@uevora.pt

Resumo

A realidade da crise económica actual, no nosso País e em grande parte da Europa, devolveu-nos aos nossos limites territoriais e à necessidade premente de aproveitarmos melhor os recursos naturais que temos, entre os quais o solo.

O solo é o meio natural para o crescimento das plantas. Apesar da sua ubiquidade é um recurso finito, não renovável à escala de tempo da vida humana, sujeito a rápida degradação e do qual depende 99 % da produção de biomassa à escala global, quer para alimentação humana e animal quer para fornecimento de fibras a vários tipos de indústrias.

Sendo parte integrante dos ecossistemas terrestres, o solo desempenha muitas funções e serviços, nem sempre devidamente valorizados: de aprovisionamento (fornece biomassa, matérias-primas e recursos genéticos), de regulação (de ciclos envolvidos nas alterações climáticas – água, carbono, azoto – e dos restantes ciclos biogeoquímicos), de suporte (à biodiversidade e a infra-estruturas) e culturais (contém informação de interesse científico, cultural e artístico).

No actual contexto nacional assiste-se a uma tendência louvável para um melhor aproveitamento do recurso solo, com expansão da produção agrícola e florestal. Contudo, a história recente pode ajudar-nos a aprender com os erros cometidos em outros períodos de grande pressão sobre o solo ("lei da fome", campanha do trigo). Com o conhecimento e as tecnologias actuais é possível conciliar produção e sustentabilidade de modo a não deixar um legado de solos ainda mais degradados do que aquele que recebemos. Nas regiões do interior, pelo contrário, o desenvolvimento agrícola e florestal sustentável será a principal via para recuperar o solo, aumentar a resistência e resiliência à desertificação e travar o despovoamento.

Os solos de um país representam um valor difícil de quantificar mas, indubitavelmente, a sua degradação representa uma perda de património, privado e público, que afectará muitas gerações vindouras. Perante as dificuldades em implementar uma Estratégia Temática de Protecção dos Solos para a União Europeia, é urgente fazer como outros países e elaborar uma Estratégia Nacional de Protecção do Solo. Para isso devem-se mobilizar os principais agentes sectoriais com intervenção no recurso solo (agricultura, ambiente, florestas, urbanismo,...), de âmbito nacional e regional, públicos e privados (ministérios, municípios, universidades, sociedades científicas, associações de produtores,...). Esta Estratégia constituiria um quadro de referência para aplicação de políticas com instrumentos de intervenção sectoriais, balizando tipos de uso e práticas de gestão para diferentes tipos de uso do solo.

"In the end we will conserve only what we love; we will love only what we understand; and we will understand only what we have been taught" (Baba Dioum, 1968).

1. Solo

Os seres vivos têm que se adaptar a condições de vida muito difíceis em cerca de 1/5 da área total dos continentes e ilhas que se encontram ocupados por gelos permanentes, superfícies rochosas e areias instáveis (Soil Survey Staff, 1999). Felizmente, cerca de 4/5 da área emersa (quase 1/4 da superfície total da terra) encontram-se revestidos com uma cobertura de solos que possibilitam condições de vida substancialmente mais favoráveis.

Existem várias definições de solo, em geral, coincidentes quanto à sua localização, à superfície da terra, e quanto à sua constituição, muito heterogénea:

- *É a camada superficial da crosta terrestre, constituída por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos* (ISO 11074-1, 1/08/1996).

- *É o material não consolidado, mineral ou orgânico, existente à superfície da terra e que serve de meio natural para o crescimento das plantas* (SSSA, 2008).

- (...) *é um corpo natural composto de sólidos (minerais e matéria orgânica), líquidos e gases que ocorre à superfície da terra, ocupa espaço e é caracterizado por um ou ambos dos seguintes critérios: tem horizontes, ou camadas, distinguíveis do material inicial, em resultado das adições, perdas, transferências e transformações de energia e matéria ou tem a capacidade para suportar plantas enraizadas em ambiente natural* (Soil Survey Staff, 1999, 2010).

- *O solo é geralmente definido como a camada superior da crosta terrestre, formada por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos. O solo constitui a interface entre a terra, o ar e a água e aloja a maior parte da biosfera* (COM, 2006, 232 final, p. 2).

De entre as fronteiras que delimitam o solo, o limite inferior é o de mais difícil definição. Para fins operacionais, algumas classificações de solos definem a espessura máxima do seu objecto de classificação em 200 cm (FAO, 2006; Soil Survey Staff, 2010). No entanto, a importância da relação entre solo e plantas (SSSA, 2008; Soil Survey Staff, 1999, 2010) ou entre o solo e biosfera (COM, 2006), relembra-nos que o limite inferior do solo é muito variável e que o limite máximo de 200 cm é apenas uma convenção, conforme se salienta nas seguintes transcrições (a segunda incluída no Nº 2 do Artº 1º da proposta de Directiva apresentada ao Parlamento Europeu):

- *Solo tem uma espessura que é determinada pela profundidade de enraizamento das plantas* (Soil Survey Staff, 1999, 2010).

- (...) *A presente directiva é aplicável ao solo que forma a camada superior da crosta terrestre situada entre o substrato rochoso (bedrock) e a superfície, com exclusão das águas subterrâneas conforme definidas no n.º 2 do artigo 2.º da Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho* (COM, 2006, 232 final, p.16).

A mesma ênfase na relação entre o solo e as plantas (SSSA, 2008; Soil Survey Staff, 1999, 2010) justifica que na definição de solo sejam incluídos os solos submersos até 2.0 m (FAO, 2006) ou até 2,5 m de profundidade (Soil Survey Staff, 1999, 2010), considerando que com água até estas profundidades podem existir plantas enraizadas no solo alagado.

Recentemente também se alargou o conceito de solo a áreas muito alteradas por acções humanas, dando origem, por exemplo, aos Tecossolos da WRBSR (FAO, 2006).

2. Processos, funções e serviços

Solo faz parte do meio ambiente e dos ecossistemas. Participa em processos ecológicos vitais para os seres vivos e para as sociedades humanas. Nesse contexto o papel desempenhado pelo solo e a sua importância para as sociedades humanas tem levado a que lhe sejam atribuídas diversas funções (FAO, 1995; Blum, 1998; Hillel, 1998).

Contudo, a referência a uma função implica um objectivo ou finalidade que se espera atingir, e que permite avaliar até que ponto essa função cumpre o que se espera dela. Por exemplo, em biologia a função de cada órgão será, em última análise, manter vivo o organismo de que faz parte. A referência a funções do solo enquanto parte dos ecossistemas sugere uma interpretação teleológica dificilmente conciliável com a abordagem científica (Ibáñez & Boixadera, 2002). Não obstante, parece aceitável falar das funções do solo para as sociedades humanas. Nesta perspectiva, essas funções ganham sentido e finalidade porque permitem obter bens e serviços a partir do solo, enquanto recurso natural.

Nos últimos decénios têm-se multiplicado os esforços para contabilizar as externalidades de diversas actividades humanas, sejam os custos de degradação do meio ambiente, ou os benefícios que a sociedade retira dos serviços prestados pelos ecossistemas.

O estudo *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005a) define serviços dos ecossistemas como os "benefícios que os humanos obtêm da natureza" e o TEEB Foundations (2010) considera que são "contribuições dos ecossistemas, directas e indirectas, para o bem-estar humano". Do mesmo

Funções, uso e degradação do solo

modo, poderemos dizer que os benefícios que as sociedades humanas retiram do solo podem ser considerados como serviços do solo ou pedo-serviços.

O MEA (2003 e 2005a) admite 4 tipos de serviços dos ecossistemas: provisão, regulação, suporte e culturais. O TEEB Foundations (2010) adota quase a mesma divisão mas substitui os serviços de suporte por serviços de habitat. No Quadro 1 apresenta-se uma breve definição de cada um destes serviços e enquadra-se o subconjunto dos serviços do solo nas classifica-

QUADRO 1: Serviços do solo como componente dos ecossistemas terrestres e serviços do solo não compatíveis com os serviços dos ecossistemas (MEA, 2003 e 2005a; TEEB in Local Policy, 2011)¹.

O SOLO NOS SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS	MEA ¹	TEEB ¹
Serviços de provisão: materiais e energia obtidos dos ecossistemas. Solo: indispensável para a produção de biomassa de natureza muito variada, consoante o uso do solo ² :		
1. Alimentos (cultivados e silvestres, para alimentação humana e animal)	1	1
2. Fibras (ex.: madeira, algodão, linho)	2	2
3. Bioenergia (ex.: lenha, biocombustíveis)	2	2
4. Produtos bioquímicos, farmacêuticos e de medicina natural	4	(4)
5. Recursos ornamentais (ex.: plantas ornamentais)	5	-
Serviços de regulação: capacidade dos ecossistemas para controlarem processos naturais e proporcionarem melhores condições ambientais. Solo: participa em vários processos de regulação e a sua degradação provoca desregulação e desserviços/prejuízos ambientais.		
6. Regulação da qualidade do ar (principalmente como desserviço ambiental)	7	(5)
7. Regulação do clima global, regional e local (inclui sequestro do carbono) ³	8	(5), 6
8. Regulação do ciclo hidrológico e da qualidade da água ⁴	9	
9. Controlo biológico de pragas e doenças	13	11
10. Regulação (moderação) de riscos naturais	15	7
Serviços de habitat⁵ e suporte⁶: capacidade para proporcionar habitat e processos/serviços essenciais para os outros serviços. Solo: habitat de inúmeras espécies de organismos, muitas ainda desconhecidas, constituem enorme reserva de biodiversidade e são essenciais para a ciclagem de nutrientes.		
11. Habitat (para inúmeras espécies de organismos do solo, muitas ainda desconhecidas)	-	12
12. Conservação da diversidade genética (organismos do solo)	-	13
13. Ciclagem de nutrientes (retenção de nutrientes em formas biodisponíveis, obtidos por decomposição de resíduos orgânicos e por meteorização de rochas e minerais)	19	-
Serviços culturais: serviços não materiais dos ecossistemas como, por ex., a valorização de paisagens ou organismos por motivos estéticos, culturais ou espirituais. Solo: constitui o suporte de paisagens e parques e também pode esconder (conservar) património de grande valor cultural, científico e educacional.		
14. Turismo, recreação, saúde física e mental (ex.: parques urbanos, parques naturais, paisagens protegidas, paisagens de valor estético e/ou cultural)	(30)	14, 15
15. Património cultural, científico e educacional (ex.: vestígios de interesse arqueológico, paleontológico, paleo-ambiental)	23, 24, 29	-
16. Valorização espiritual, religiosa, estética, inspiração e sentido de pertença	22, 26, 28	16, 17
SERVIÇOS DO SOLO NÃO DEPENDENTES DOS ECOSISTEMAS		
Serviços de ocupação do espaço: implicam a remoção total ou parcial do solo, tanto para usar o material extraído (na íntegra ou apenas constituintes), como para construir na área de remoção.		
17. Suporte de infra-estruturas (ex.: edifícios, vias de comunicação)	-	-
18. Matéria-prima (ex.: cascalho, areia, argilas, minerais, turfa)	-	-

¹ MEA, 2003, p.56 e seg. e TEEB in Local Policy, 2011, p.18.

² Sustenta 99 % da produção de biomassa (FAO, 2004).

³ O carbono orgânico preservado nos solos é muito superior à soma do carbono da atmosfera (CO₂) e das plantas.

⁴ Contém ~80% da água com menos tempo de residência (atmosfera, solo, rios e biosfera).

⁵ O MEA não considera os serviços de habitat. No solo podem existir centenas de milhares de espécies /m².

⁶ O TEEB considera os serviços de suporte como um subconjunto de processos ecológicos necessários para a produção de outros serviços, mas não serviços em si mesmo. Em alternativa reconhece serviços de habitat. Para o solo adoptou-se uma versão mais próxima do TEEB mas, pela sua importância, incluiu-se a ciclagem de nutrientes (oculta no TEEB).

ções adoptadas no MEA (2005a) e no TEEB Foundations (2010). O Anexo 1 do estudo EASAC (2009) apresenta uma boa revisão dos serviços dos ecossistemas a nível europeu. No conceito genérico dos serviços dos ecossistemas (e do solo) inclui-se a possibilidade de ocorrência de desserviços ou prejuízos para a sociedade (TEEB Foundations, 2010). Por exemplo, quando desprovido de qualquer cobertura vegetal, o solo pode contribuir para uma acentuada degradação da qualidade do ar em resultado da erosão eólica.

No Quadro 1 também se incluem serviços do solo que não estão associados aos serviços dos ecossistemas e que, pelo contrário, podem contribuir para a eliminação ou para uma profunda alteração dos ecossistemas. Assim, temos os seguintes tipos de serviços prestados pelo solo:

- I. Integrados nos serviços dos ecossistemas
 - A. Aprovisionamento – principalmente produção de biomassa
 - B. Regulação e suporte
 - C. Habitat
 - D. Culturais
- II. Não dependentes dos serviços dos ecossistemas
 - E. Suporte de infra-estruturas
 - F. Matéria-prima

De salientar que nesta síntese, ao contrário do que se apresenta no Quadro 1, se associam os serviços de suporte aos de regulação, porque, no caso do solo, é relevante salientar os serviços de suporte (não explicitados no TEEB – ver notas do Quadro 1) e porque, pela sua natureza (principalmente a ciclagem de nutrientes) se considera estarem mais próximos dos serviços de regulação do que dos de habitat (espaço físico para as espécies e diversidade genética).

3. Serviços e usos

Em termos gerais, o solo é um recurso multifuncional ou multiserviço mas, em cada local, a expressão dessa multifuncionalidade depende do uso que lhe é dado, conforme se procura salientar de forma simplificada no Quadro 2.

QUADRO 2: Relação entre os serviços do solo e alguns tipos de uso. O solo é um recurso multiserviços excepto para usos que implicam a sua remoção e/ou impermeabilização, que são incompatíveis com os serviços dos ecossistemas e que têm efeitos permanentes e irreversíveis.

Serviços Tipos de uso	Aprovisiona/ (biomassa)	Regulação e suporte	Habitat	Culturais	Suporte estruturas	Matéria- prima
Reserva natural	S	P	P	P	(-)	(-)
Floresta extensiva	P	P	S	S	(-)	(-)
Regadio	P	S	S	S	(-)	(-)
Parque urbano	S	P	S	P	(-)	(-)
Área edificada	(-)	(-)	(-)	(-)	P	(-)
Pedreira	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	P

P – Serviço(s) principal(ais) que pretende obter do solo em cada tipo de uso.

S – Serviços secundários que o solo pode prestar, mas não são o objectivo principal do uso do solo.

(-) – Serviços do solo incompatíveis o tipo de uso indicado.

Embora de forma variável com a intensidade de cada sistema de produção, certos usos da terra, como o uso florestal ou agrícola, podem permitir a compatibilização dos vários serviços dos ecossistemas em que o solo participa (aprovisionamento, regulação e suporte, habitat e culturais).

No outro extremo, a ocupação urbana ou a extracção de matérias-primas, implicam, regra geral, a remoção e/ou impermeabilização do solo e, portanto, nas áreas abrangidas, este recurso esgota-se num único serviço. Nestes casos trata-se de serviços não compatíveis com os serviços dos ecossistemas porque, nas áreas afectadas, todo o ecossistema local preexistente fica inviabilizado. Sendo este tipo de usos do solo também indispensáveis às sociedades humanas, é essencial que as decisões de remoção e/ou selagem do solo de uma dada área sejam bem avaliadas e fundamentadas, pois trata-se de decisões com consequências permanentes e irreversíveis.

A fundamentação das decisões sobre o uso do solo, bem como a avaliação dos seus impactes no meio ambiente, depende do conhecimento disponível em cada momento, tanto dos recursos, suas relações e processos potencialmente afectados, como da perda de valor dos serviços ambientais. Apesar do seu potencial como metodologia de apoio à decisão, a quantificação do valor dos serviços dos ecossistemas é uma metodologia ainda pouco disseminada. O Quadro 3 ilustra os diferentes tipos de valor considerados no valor económico total (VET) dos ecossistemas, baseado em MEA (2005b, p. 54 e seg.) e EFTEC (2005).

QUADRO 3: Tipos de valor considerados no valor económico total dos serviços dos ecossistemas¹

Valor económico total	Serviços	Grau ²
Valor de uso – envolve interacção com o ecossistema	-	-
Uso directo – valor de serviços que beneficiam directamente indivíduos que se encontram ou podem aceder ao ecossistema. Podem corresponder a bens de consumo (alimentos, madeira, bioenergia, ...) ou a serviços não consumíveis (recreio, ecoturismo, ...).	Aprovisionamento ³ , culturais	1
Uso indirecto – valor de serviços que beneficiam toda a sociedade exterior aos ecossistemas. Por ex.: regulação do ciclo de hidrológico e purificação de água, sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes, ...	Regulação, habitat ou suporte	2
Opção – valor do possível uso no futuro, directo ou indirecto. Como um seguro para prevenir necessidades futuras.	Todos	3
(Segundo o MEA o valor de legado também pode ser valor de opção)		
Valor de não-uso – não envolve interacção com o ecossistema	-	-
Legado – valor atribuído a um dado ecossistema e aos seus serviços para serem deixados em benefício de gerações futuras.	Todos	3
Altruista – valor de saber que a geração actual pode beneficiar dos bens e serviços que os ecossistemas podem fornecer.	Todos	4
Existência – valor atribuído ao facto de saber que um dado ecossistema existe, independentemente do benefício que possa trazer a quem lhe atribui o valor. Conceito mais próximo do valor intrínseco.	Habitat ou suporte e alguns culturais	4

¹ Baseado em MEA (2005b, p. 54 e seg.) e EFTEC (2005).

² Grau de dificuldade para a determinação do valor.

³ Para os ecossistemas também se considera no valor de uso directo serviços de aprovisionamento como o fornecimento de água ou de material genético (MEA, 2005b).

O VET dos serviços dos ecossistemas é uma abordagem utilitarista que visa expressar os serviços obtidos pelo seu valor monetário. Apesar disso, a evolução crescente desta abordagem resulta do desenvolvimento de metodologias que permitem quantificar também aqueles serviços que não geram benefícios monetários num mercado. Paralelamente à valorização externa dos ecossistemas (pelos seus serviços) existem também correntes que lhes atribuem um valor intrínseco que dispensa uma quantificação monetária e que se baseiam em critérios, culturais, religiosos, éticos ou outros. Na abordagem do VET, o valor de existência é o que se aproxima mais desta abordagem (Quadro 3). Do mesmo modo, também as dificuldades na quantificação do valor de não-uso têm levado a que as aplicações do VET contemplem principalmente a componente do valor de uso (directo e indirecto) (MEA, 2005b; EFTEC, 2005).

4. Usos e degradação do solo

Apresentam-se os tipos de degradação do solo reconhecidos na União Europeia, discute-se sumariamente a sua relação com a desertificação e com tipos de uso do solo importantes no nosso país, salientando a perspectiva histórica desses usos e seus efeitos no solo.

A proposta apresentada pela Comissão Europeia ao Parlamento Europeu em 2006, para elaboração de uma directiva de protecção do solo, cuja aprovação tem sido sucessivamente adiada, identificou 7 tipos de degradação do solo dominantes na Europa: i) Erosão do solo; ii) Diminuição da matéria orgânica e da biodiversidade do solo; iii) Contaminação do solo (local e difusa); iv) Selagem (impermeabilização) do solo (soil sealing); v) Compactação do solo; vi) Salinização; vii) Cheias e deslizamentos de terras (floods and landslides).

Muitas destas formas de degradação, de origem antrópica, estão interligadas em processos de retroalimentação positiva. Por exemplo, sistemas de produção agrícola com frequentes mobilizações do solo tendem a manter uma fraca cobertura vegetal, a fazer descer os níveis de matéria orgânica, a pulverizar e compactar a camada superficial do solo, o que leva à redução da infiltração e ao consequente aumento do escoamento superficial e da erosão hídrica.

A degradação do solo pode ter implicações sobre todo o meio ambiente, por exemplo, provocando a poluição de recursos hídricos subterrâneos e superficiais e a eutrofização de rios, lagos e albufeiras. Mas talvez o efeito mais insidioso da degradação do solo seja a sua relação com a desertificação das regiões onde ocorre (Figura 1).



Figura 1: Os processos de degradação do solo diminuem a sua capacidade para sustentar a produção primária e, gradualmente, reduzem a resistência e a resiliência dos ecossistemas a eventos extremos.

Segundo a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UN, 1994), “desertificação significa a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários factores, entre os quais as variações climáticas e as actividades humanas”. Sendo a degradação do solo uma forma de degradação da terra¹ pode ser, simultaneamente, resultado da desertificação e um factor de processos que concorrem para a desertificação. Por exemplo, a perda de

¹ Segundo a mesma Convenção (UN, 1994) “Degradação da terra significa a redução ou perda, nas zonas áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas, da produtividade biológica ou económica e da complexidade das áreas de sequeiro, regadio, ou pastagens, florestas e bosques em resultado do uso da terra ou de um processo ou combinação de processos, incluindo processos decorrentes de actividades humanas e padrões de habitação, tais como: (i) erosão do solo causada pelo vento e/ou água; (ii) deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou económicas do solo; e (iii) perda a longo prazo da vegetação natural.”

matéria orgânica e a erosão tendem a reduzir a capacidade do solo para armazenar água e nutrientes, o que pode afectar a resistência e a resiliência da vegetação, natural ou cultivada, a secas prolongadas ou outros eventos extremos. A perda progressiva do coberto vegetal que daí pode resultar corresponde a um estado de maior degradação da terra. Mas além disso, por retroacção positiva, tende a agravar a erosão e a perda de matéria orgânica do solo e, portanto, caso não existam outros factores que contrariem este ciclo vicioso, verifica-se um reforço do processo de desertificação.

No nosso país os processos de degradação do solo de origem antrópica estão pouco estudados, mas a sua origem deve ser tão antiga quanto a ocupação humana do território, em especial desde a expansão da agricultura e, principalmente, da pastorícia, há cerca de 7000-8000 anos. *"A pastorícia de percurso com fogo foi a causa maior do retrocesso do coberto florestal herdado da primeira metade do Holocénico, no território continental português."* (Aguar & Pinto 2007, p. 34)

Tudo indica que a exploração dos produtos da floresta, bem como a expansão da ocupação e da "domesticação" das áreas florestais acompanhou o crescimento demográfico, até se atingir um máximo de desflorestação nos finais do século XVIII (Reboredo & Pais, 2012) início do século XIX (Devy-Vareta & Alves, 2007), com estimativas de ocupação florestal que variam entre 4 e 14% do território nacional. Contudo, Devy-Vareta & Alves (2007) consideram que estes valores devem subestimar a área florestal total do país nessa época. Em todo o caso estes valores indiciam uma intensidade de exploração das áreas florestais superior à sua capacidade de regeneração, ao longo de séculos, que terá deixado também uma factura na degradação dos solos dessas áreas.

Desde o século XIX várias iniciativas de florestação permitiram a recuperação da área florestal mas, seja pela natureza das florestas fomentadas, seja pela pressão e/ou condições de gestão dessas áreas, o país continua a assistir, todos os anos, na época estival, ao uso e abuso da mais antiga forma de controlo da vegetação – o fogo.

Nas áreas de montanha do centro e norte do país, em que os fogos florestais tendem a ser mais frequente, os riscos de degradação do solo, principalmente por erosão, são especialmente relevantes. Par tal concorre o acidentado do terreno, os próprios solos que, geralmente são muito delgados e pedregosos, por vezes quase inexistentes e, por isso, muito sensíveis a perdas adicionais. Acresce ainda que os fogos contribuem para acelerar a degradação de estruturas de conservação do solo, construídas ao longo de séculos, que permitiram a prática de uma agricultura de montanha em grande parte já abandonada (Figura 2). O colapso progressivo de tais estruturas (socalcos, canais de regularização torrencial, canais de regas, etc.) pode ter consequências relativamente localizadas mas pode, também, originar fenómenos em cadeia ao longo de vales de encosta que, para além da perda dos melhores solos nessas áreas de montanha, pode ter reflexos muito negativos a jusante, quer directamente sobre bens, infra-estruturas e pessoas (derrocadas, torrentes, etc.), quer indirectamente, por exemplo, reduzindo a qualidade da água em albufeiras usadas para abastecimento público, bem como a própria vida útil dessas albufeiras.

No caso dos solos agrícolas, a história dos últimos séculos (XIX e XX) permite identificar pelo menos dois períodos históricos de especial pressão, e consequente degradação, sobre este recurso, em particular nas regiões a sul do rio Tejo.

Esses dois períodos correspondem a iniciativas governamentais de expansão da produção agrícola, principalmente de culturas arvenses, dando expressão à ideia muito generalizada durante o século XX de promover o Alentejo como "celeiro do país". A primeira iniciativa corresponde a um conjunto de legislação entre 1889 e 1899 que culmina na lei de Elvino de Brito de 14 de Julho de 1899. Procurou-se estimular a produção nacional de trigo, tabelando e aumentando o preço do pão, o que veio a contribuir para que a lei de 1999 ficasse conhecida como "lei da fome" (CEPP, 2003; Reis, 1979; Vaquinhas & Neto, 1993). Também com a aprovação das bases para a "Campanha do Trigo" (decreto nº 17:252, de 21 de Agosto de 1929) se voltaram a desbravar muitas terras para a produção de trigo (FMS, 2012).

Relativamente ao período da viragem do século XIX para o século XX, Reis (1979) refere algumas pistas que nos permitem inferir potenciais consequências sobre o recurso solo, principalmente pela extensão, mas também pela natureza das culturas e práticas agrícolas adoptadas na época: *"(...) com o proteccionismo dos cereais desenvolveu-se mais uma grande arrancada no arroteamento da charneca alentejana, que prosseguiria durante as décadas seguintes, com*

intensidade variável, até à erradicação final, já nos anos 30 deste século, da grande área inculta do Sul, que em tempos anteriores tanto impressionava viajantes e outros observadores.

A amplitude deste movimento no seguimento das leis de 1889 e 1899 é difícil de avaliar com exactidão, mas não há dúvida de que foi substancial. Enquanto nos distritos de Beja e Évora se semeavam 214.000 ha de trigo em 1910, podemos supor com segurança que a área correspondente durante a década de 1880-90 não poderia estar longe da marca dos 73.000 ha. Estes números, porém, dão apenas uma indicação da rapidez do arroteamento então em curso. A área efectivamente arrancada à charneca foi consideravelmente maior que essa, devido ao facto de o trigo ser cultivado numa rotação que incluía não só outros cereais, mas também anos de pousio, não raro dois ou três."



Figura 2: Os incêndios florestais aceleram a degradação das estruturas de conservação do solo usadas na agricultura de montanha. O colapso destas estruturas pode originar fenómenos em cadeia de consequências potencialmente graves e com elevados custos.

Com a aplicação da Política Agrícola Comum, e de forma mais acentuada desde o final dos anos 90 do século passado, tem-se assistido a uma profunda alteração do uso do solo no nosso país. Segundo dados do INE (GPPAA, 2009) em 2005 as culturas anuais ocupavam uma área de 1,241 Mha, o que representava pouco mais de metade do que ocupavam em 1997. Pelo contrário, os prados e pastagens permanentes fizeram um percurso oposto, com 1,769 Mha em 2005 quase duplicaram a área relativamente a 1997².

Esta conversão de culturas anuais para prados e pastagens permanentes pode ser interpretada como positiva do ponto de vista da pressão sobre o solo, permitindo uma redução dos processos de degradação normalmente associados às culturas anuais e, em particular, às culturas arvenses. Porém, surgem problemas associados à pecuária extensiva, principalmente nos locais de maior concentração animal, resultado do pisoteio e do excesso de dejectos.

No caso de pastagens sob coberto arbóreo, como sucede em grande parte dos montados de sobre e azinho, a degradação do solo também se pode fazer sentir de forma mais indirecta e diferida no tempo, começando pela degradação do povoamento arbóreo (Figura 3). Esta degradação pode dar-se por dois processos simultâneos: i) aumento de mortalidade das árvores e ii) eliminação da regeneração natural, conduzindo ao envelhecimento do povoamento e à redução progressiva da sua densidade. Também aqui vale a pena recordar que a perda a longo prazo da cobertura vegetal pode traduzir uma maior degradação da terra e um acentuar da desertificação.

² Em 2005 as culturas anuais totalizavam 1,241 Mha, representando esta área 59% da área ocupada em 1997 e 53% da área em 1989. Os prados e pastagens permanentes ocupavam 1,769 Mha em 2005, 178% da área ocupada em 1997 e 221% da área em 1989.



Figura 3: Como equilibrar a pecuária extensiva (ovelhas, vacas, porcos) com a sustentabilidade do coberto arbóreo em montados de sobre e azinho?

Embora os dados do INE (GPPAA, 2009) não indiquem uma variação sensível das áreas totais de culturas permanentes à escala nacional, é bem conhecido o investimento em novas vinhas e olivais um pouco por todo o país. Os dados estatísticos sugerem que esses investimentos se fizeram em áreas já anteriormente ocupadas por culturas permanentes, ou que as novas áreas não ultrapassaram as que formam entretanto abandonadas, por exemplo, com os incentivos ao abate de olivais velhos. Apesar destas culturas permanentes não terem o mesmo historial de degradação do solo como as culturas anuais, não é difícil encontrar, também nestas culturas, evidências de processos de degradação, principalmente por erosão hídrica, em resultado de erros de instalação e/ou de condução (Figura 4).



Figura 4: Evidências de processos erosivos em vinhas e olivais novos.

5. Protecção do solo contra a desertificação

Neste ponto faz-se uma breve referência às condições actuais de desenvolvimento da agricultura, faz-se um percurso contrário ao seguido na secção anterior e apresentam-se alguns exemplos de práticas de protecção do solo, bem conhecidas, mas nem sempre tão disseminadas quanto seria desejável.

Assiste-se no momento actual a um novo olhar sobre a necessidade de fomentar a produção agrícola e florestal que é bem-vindo sob vários pontos de vista, nomeadamente sob o ponto de vista da economia do país e da promoção do desenvolvimento das regiões do interior. Esta tendência, sendo o resultado de uma maior necessidade de aproveitamento dos recursos endógenos, tem como reverso o aumento da pressão sobre esses recursos, entre os quais o solo. É fundamental não repetir erros do passado (secção anterior), mesmo com novas roupagens e, para isso, o desafio é garantir que a “pressão da realidade” não se sobrepõe ao conhecimento da realidade que hoje dispomos. A pressão para o retorno dos investimentos realizados deve conciliar-se com soluções técnicas tão sustentáveis quanto possível, tanto em termos económicos como ambientais, e estas são, também, condições basilares para a sua sustentabilidade social a nível regional.

Em culturas permanentes, nomeadamente na vinha e no olival, a par da ocorrência de casos evidentes de erosão do solo, também é possível encontrar bons exemplos com aplicação de práticas de agricultura de conservação, mantendo um coberto vegetal na entrelinha. O enrelvamento na entrelinha permite maior protecção do solo contra a erosão e benefícios adicionais para a qualidade

do solo, como o aumento da matéria orgânica, da permeabilidade, arejamento, biodiversidade, (Soane et al., 2012). Também em viticultura de montanha tem sido possível implementar alternativas aos socalcos tradicionais, substituindo os muros de pedra por taludes revestidos (Figura 5).

As alterações climáticas previstas para o nosso país sugerem uma maior concentração da precipitação e um aumento da frequência de eventos extremos (Santos et al., 2002), o que tende a aumentar o risco de ocorrência de eventos erosivos e deveria tornar mais imperiosa a adopção de medidas de conservação do solo.



Figura 5: Olival com enrelvamento à esquerda e vinha em socalcos à direita. Em ambos os casos se mantém o revestimento vegetal do solo na entrelinha.

No caso da pecuária extensiva em montados de sobre e azinho faltam medidas de harmonização entre os dois principais objectivos de produção que se pretende extrair deste sistema. Atendendo à legislação nacional que proíbe o abate injustificado de sobreiros, faria sentido a sua extensão para impedir a localização de parques de animais em áreas arborizadas. Por outro lado, é necessário conciliar melhor a pecuária com a promoção da regeneração natural e/ou com técnicas viáveis de plantação, de modo a manter os povoamentos com uma estrutura etária equilibrada (Figura 6A e 6B).

Para além de permitir uma melhor sustentabilidade dos povoamentos e do próprio sistema de produção, o aumento da densidade permitiria, também, melhorar a qualidade do solo aumentando o seu teor de matéria orgânica nas áreas sob a copa (Gallardo et al., 2000). No exemplo da Figura 6C, para uma área de cerca de 5 ha, verifica-se que a média do carbono orgânico do solo contido nos 30 cm superficiais do solo, sob a copa, atinge quase o dobro da média fora da copa (a mediana é cerca de 1,5 vezes superior).

Nas áreas florestais de montanha fustigadas por fogos com poucos anos de intervalo, a protecção do solo depende em grande medida de um melhor ordenamento florestal, capaz de promover povoamentos com uma estrutura mais diversificada, melhor adaptada às condições do terreno e mais capazes de se auto-regularem em resposta ao fogo e a outras agressões.

A Figura 7 ilustra a resistência da vegetação ripícola à passagem de um fogo florestal numa área montanhosa do centro do país. A conservação da vegetação natural, ou a promoção de uma vegetação de protecção, avançando ao longo da rede de drenagem para montante, permitiria generalizar uma malha dendrítica de vegetação diferenciada, capaz de proteger o solo, reter sedimentos e nutrientes e melhorar a qualidade da água em áreas de montanha. Além disso, contribuiria para introduzir maior diversidade arbórea e arbustiva nos povoamentos florestais dessas áreas, conferindo características um pouco mais próximas das florestas naturais mesmo a povoamentos de produção. Este é um tipo de medida de protecção do solo relativamente simples, potencialmente aplicável a todos os sistemas produtivos, incluindo sistemas intensivos como os de regadio por aspersão em terrenos ondulados, e que se justificaria sempre que os terrenos apresentem uma ondulação suficiente para definir uma rede de drenagem bem marcada, seja ela natural ou artificializada (Nair, 2011).

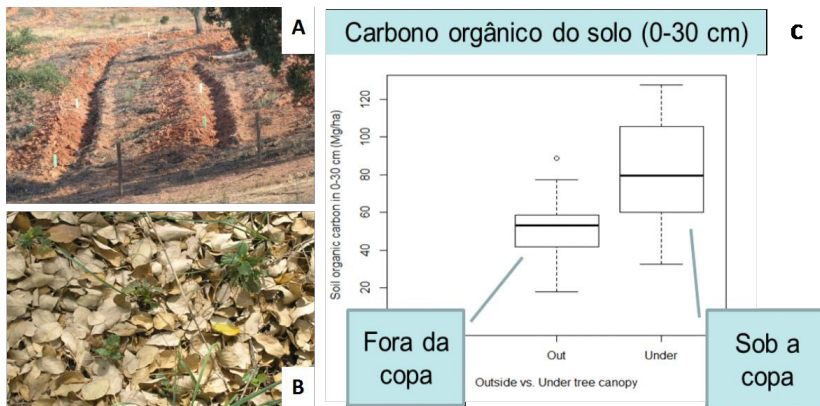


Figura 6: Plantação de sobreiros (A) e regeneração natural na folhada sob a copa de um sobreiro (B). Comparação do carbono orgânico sob a copa e fora da copa (C).



Figura 7: Área afectada por incêndio florestal em que se evidencia a resistência da vegetação rípica à passagem do fogo.

Os exemplos focados neste ponto e no anterior reflectem uma passagem muito breve sobre alguns usos do solo com relevância no país, salientando a sua relação com a degradação do solo mas, também, apontando medidas de conservação que podem reduzir as externalidades desses usos (ou os desserviços que causam) e manter os serviços do solo a longo prazo.

A protecção do solo, à escala regional ou nacional, depende mais da disseminação e implementação de algumas medidas eficazes por uma larga maioria de agricultores e produtores florestais, do que da existência de muito bons exemplos pontuais. A difusão de práticas agrícolas depende de formas de extensão adaptadas aos tempos actuais. Definição de códigos de boas práticas, aconselhamento técnico, consultadoria, condicionalidade nos apoios da PAC, são várias formas possíveis de promover a adopção de medidas de conservação do solo. A condicionalidade nos apoios da PAC é, actualmente, uma das formas com maior potencial. No entanto, conforme reconhece um documento recente da Comissão Europeia *"A condicionalidade prevê condições mínimas de protecção*

dos solos, não podendo, devido à sua natureza, englobar todos os processos de degradação do solo." (COM. 2012, p. 3).

Por outro lado é notória a falta a nível nacional de uma política integrada para o recurso solo, capaz de articular as relações, as ameaças, os efeitos e as medidas de protecção mínima para os principais tipos de uso deste recurso. Numa primeira abordagem, seria especialmente relevante, nomeadamente para o combate à desertificação, a definição de um código ou uma estratégia unificadora para a protecção do solo nos espaços rurais.

Uma estratégia de protecção do solo deve ter um horizonte temporal de longo prazo e ajustar-se a diferentes escalas de gestão territorial. Começa na promoção do conhecimento do recurso solo do país, em especial nas regiões centro litoral e a sul do Tejo em que este conhecimento é mais deficiente (SPCS, 2004), passa pelos instrumentos de ordenamento do território, pela regulamentação de práticas de gestão em diferentes usos e pela monitorização e avaliação da qualidade do solo em situações representativas.

6. Notas finais

O solo é um recurso vital para a humanidade, dele depende 99% da produção de biomassa bem como muitos outros serviços. É um recurso que se forma muito lentamente (< 1 cm/100 anos) e que se pode degradar muito rapidamente, de poucos anos a poucas horas. Portanto, à escala de tempo da vida humana, o solo é um recurso natural não renovável.

Os solos que recebemos evoluíram ao longo de muitos milhares de anos, por processos naturais e acções humanas comparativamente muito mais recentes. Constituem um capital natural insubstituível para o nosso futuro. Este património que herdámos pode ser usado de forma sustentável ou pode ser delapidado – em qualquer dos casos, essa será a herança que deixamos.

A protecção do solo é uma condição necessária na luta contra a desertificação. Perante o impasse a nível europeu para a aprovação de uma Directiva de Protecção do Solo é necessária uma acção colaborativa entre todos os agentes interessados à escala nacional para, seguindo o exemplo de outros países, preparar uma Estratégia Nacional de Protecção do Solo (ENPS).

Uma ENPS deve promover o conhecimento do recurso solo do país, integrar legislação dispersa sobre usos e utilizadores do solo (PANCD, PAC, ...), regulamentar práticas de gestão em diferentes usos e criar as condições para a monitorização e avaliação da qualidade do solo em situações representativas.

Agradecimentos

O autor agradece à Comissão Organizadora e, em particular, ao seu coordenador, Prof. Tomás de Figueiredo, o convite que lhe foi dirigido para representar a Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS) no presente seminário.

Referências bibliográficas

- Aguiar, C. & Pinto B. 2007. Paleo-história e história antiga das florestas de Portugal continental - até à Idade Média. In: Silva J. S. (Ed.). Árvores e Florestas de Portugal. 07. Floresta e Sociedade. Uma história comum. Público, Comunicação Social S.A., Lisboa, 15-53.
- Blum, W. 1998. Basic Concepts: Degradation, Resilience, and Rehabilitation. pp. 1-16 In: Lal, R.; Blum, W.H.; Valentine, C. & Stewart, B.A. (Eds.) Methods for Assessment of Soil Degradation. Advances in Soil Science. CRC Press.
- CEEP. 2003 Repertório Português de Ciência Política. Centro de Estudos do Pensamento Político. (consulta em 24/12/2012) <http://www.iscsp.utl.pt/~cepp/cronologias/1899.htm>.
- COM. 2006. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC (presented by the Commission). Commission of the European Communities. COM (2006) 232 final. Brussels, 22.9.2006.

- COM. 2012. Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Aplicação da estratégia temática relativa ao solo e atividades em curso. Comissão Europeia, 46 final. Bruxelas, 13.2.2012.
- COM. 2012. Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Aplicação da estratégia temática relativa ao solo e atividades em curso. Comissão Europeia, 46 final. Bruxelas, 13.2.2012.
- Devy-Vareta, Nicole & Alves, A. A. Monteiro. 2007. Os avanços e os recuos da floresta em Portugal - da Idade Média ao Liberalismo. In: Silva J. S. (Ed.). Árvores e Florestas de Portugal. 07. Floresta e Sociedade. Uma história comum. Público, Comunicação Social S.A., Lisboa, 55-75.
- EASAC. 2009. Ecosystem services and biodiversity in Europe. EASAC policy report 09. European Academies Science Advisory Council. The Royal Society, London. 70 p. (consulta em 28/12/2012) <http://www.easac.eu/home/reports-andstatements/detailview/article/ecosystemss.html>
- EFTEC. 2005. The Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: A Literature Review. Economics for the Environment Consultancy. 42 p. (Consultado em 29/12/2012). <http://jncc.defra.gov.uk/page-4025>.
- FAO. 1995. Planning for sustainable use of land resources: Towards a new approach. FAO Land and Water Bulletin No. 2. FAO, Rome.
- FAO. 2006. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. IUSS-ISRIC-FAO. World Soil Resources Reports 103. Rome.
- FMS. 2012. Arquivo & Biblioteca. Cronologia. Fundação Mário Soares. (consulta em 24/12/2012) <http://www.fms Soares.pt/aeb/crono/id?id=035298>.
- Gallardo A., Rodríguez-Saucedo J.J., Covelo F. & Fernández-Alés R. 2000. Soil nitrogen heterogeneity in a Dehesa ecosystem. Plant and Soil, 222:71-82.
- GPPAA. 2009. Plano Estratégico Nacional. Desenvolvimento Rural 2007-2013. Gabinete de Planeamento e Política Agro-Alimentar. Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural. 115 p. (consulta em 12/01/2013) www.gpp.pt/drural/PEN_Novembro_2009_PT.pdf.
- Hillel, Daniel. 1998. Environmental Soil Physics. Academic Press. San Diego.
- Ibáñez, J.J. & Boixadera, J. 2002. The search for a new Paradigm in Pedology: a driving force for new approaches to soil classification. European Soil Bureau, Research Report No. 7. In: Micheli, E., Nachtergaele, F.O., Jones, R.J.A. & Montanarella, L. (Eds.). Soil Classification 2001. European Soil Bureau Research Report No.7, EUR 20398 EN, (2002), 248pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Island Press, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) <http://www.unep.org/maweb/en/Framework.aspx>.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005a. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) <http://www.unep.org/maweb/documents/document.356.aspx.pdf>.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005b. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends (Vol. 1). Island Press, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) <http://www.unep.org/maweb/en/Condition.aspx>.
- Nair, P. K. Ramachandran. 2011. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. J. Environ. Qual. 40:784-790.
- Reboredo, F. & Pais, J. 2012. A construção naval e a destruição do coberto florestal em Portugal - Do Século XII ao Século XX. *Ecologi@*, 4: 31-42. (consulta em 26/12/2012) http://speco.fc.ul.pt/revistaecologia_4_art_3_2.pdf
- Reis, Jaime. 1979. A «Lei da Fome»: as origens do proteccionismo cerealífero (1889-1914). *Análise Social*, vol. XV (60) 745-793. (consulta em 24/12/2012) <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1223990341R5sVH2pa1Ra60EQ7.pdf>
- Santos, F.D & Miranda, P. (Eds.). 2006. Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II. Gradiva, Lisboa.
- Soane, B. D.; Ball, B. C.; Arvidsson, J.; Basch, G. ; Moreno, F. & Roger - Estrade, J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil & Tillage Research*, Vol.118, p. 66-87.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd ed., Agriculture Handbook No. 436. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, 871 p.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. (consulta em 26/12/2012) http://soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys/
- SPCS. 2004. Bases para a Revisão e Atualização da Classificação dos Solos em Portugal. Relatório elaborado no âmbito do Protocolo entre o Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa) e a Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS).
- SSSA. 2008. Glossary of Soil Science Terms 2008. Soil Science Society of America, Inc.. Madison.

- TEEB Foundations. 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London. (consulta em 28/12/2012) <http://www.teebweb.org/ecological-and-economic-foundations-report/>
- TEEB in Local Policy. 2011. The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Local and Regional Policy and Management. Edited by Heidi Wittmer and Haripriya Gundimeda. Earthscan, London.
- UN. 1994. United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa. A/AC.241/27 (12 September 1994). General Assembly. United Nations. (consulta em 12/01/2013) <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>
- Vaquinhas, I. & Neto, M. 1993. Agricultura e mundo rural: tradicionalismos e inovações. In: Mattoso, José (Direcção). História de Portugal. 5º Vol. O Liberalismo (1807-1890). Círculo de Leitores. 712 p.